

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **86112865.0**

51 Int. Cl.4: **B06B 1/06 , B05B 12/00**

22 Anmeldetag: **17.09.86**

30 Priorität: **30.09.85 DE 3534853**

71 Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

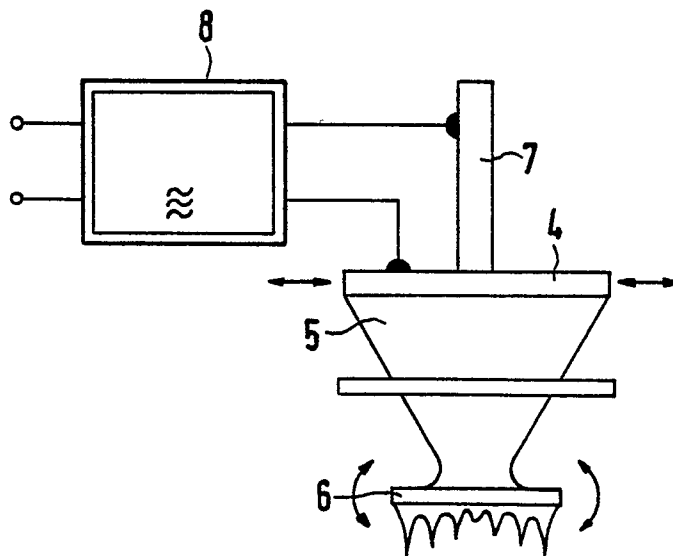
43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **29.04.87 Patentblatt 87/18**

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

72 Erfinder: **Benndorf, Gerald, Dipl.-Ing. (FH)**
Klinikumallee 47
D-8580 Bayreuth(DE)
 Erfinder: **Van der Linden, Klaus**
Innerer Ring 40
D-8640 Kronach(DE)

54 **Verfahren zum Betrieb eines Ultraschallzerstäubers zur Flüssigkeitszerstäubung.**

57 Zum Betrieb eines Ultraschallflüssigkeitszerstäubers (3), vorzugsweise mit einer Piezokeramik (4), die gegebenenfalls einen temperaturabhängigen Widerstand (10) aufweist, wird für den automatischen Frequenzabgleich eine Strommessung während der Zeitdauer des Burstimpulses t_1 nach einer Verzögerungszeit t_2 für die Zeitspanne t_3 vorgenommen. Die Summe aus der Verzögerungszeit t_2 und der Zeitspanne t_3 darf nicht größer als die Burstzeit t_1 sein.



EP 0 219 693 A1

FIG 5

Verfahren zum Betrieb eines Ultraschallzerstäubers zur Flüssigkeitszerstäubung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Es ist ein Verfahren zum Betrieb eines Ultraschallschwingers zur Flüssigkeitszerstäubung bekannt, wobei die elektrische Leistung zeitlich getaktet zugeführt wird und die zugeführte Leistung im Mittel für die eingestellte Flüssigkeitsmenge ausreichend ist, während die jeweilige Spitzenleistung so hoch bemessen ist, daß eine kurzfristig an Flüssigkeit zuviel zugeführte Menge abgeschüttelt werden kann (DE-OS 33 14 609). Zum Betrieb von Ultraschallflüssigkeitszerstäubern ist der Ultraschallschwinger manuell auf seine Grundbetriebsfrequenz abzustimmen und es lassen sich die mit Fertigungstoleranzen behafteten Ultraschallzerstäuber, die beispielsweise unterschiedliche Arbeitsfrequenzen aufweisen, nicht ohne Abgleich austauschen.

Weitere Verfahren erlauben zwar einen Betrieb mit automatischem Frequenzabgleich jedoch ohne eine zeitlich getaktete elektrische Leistung und nur mit mangelhafter Betriebssicherheit hinsichtlich der Abschüttlung eines Flüssigkeitstropfens und/oder bestimmten Betriebspunktes. Ferner können bei den bekannten Ausführungen bei Änderungen der Umgebungstemperatur sowie der Schwingertemperatur durch Eigenerwärmung diese Schaltungen aufgrund ihrer geringen Nachstimmbandbreite keinen sicheren Zerstäuberbetrieb garantieren.

Aufgabe der Erfindung ist es einen Ultraschallflüssigkeitszerstäuber zu konzipieren, der eine sichere Zerstäubung mit kontinuierlich automatischer Frequenznachstimmung und automatischer Abschüttlung eines überflutenden Zerstäubertellers ermöglicht. Ferner sollen eine geringe Leistungsaufnahme der Elektronik, eine niedrige Temperaturbelastung und eine hohe Zerstäubungsrate gewährleistet werden. Eine automatische Temperaturüberwachung soll integriert sein.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 erfindungsgemäß mit Hilfe der Merkmale des Kennzeichens des Patentanspruches 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen und Weiterbildungen gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Bei Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden eine sichere Zerstäubung bei geringer Leistungsaufnahme der Elektronik und eine niedrigere Temperaturbelastung des Ultraschallzerstäubers erreicht. Es wird ein schnelles Finden der optimalen Arbeitsfrequenz des Ultraschallzerstäubers erreicht, da nur ein vorgegebener Frequenzbereich, in dem die Arbeitsfrequenz des Ultraschallflüssigkeitszerstäubers liegt, durchlaufen

werden muß. Ferner wird die Betriebssicherheit erhöht, da ein Einrasten auf einer anderen Frequenz, z.B. der Verbundresonanzfrequenz des Ultraschallzerstäubers, was zur Zerstörung des Ultraschallzerstäubers führen würde, bei der erfindungsgemäßen Ausführung nicht eintritt.

Der Ultraschallzerstäuber wird mit einem Burst angeregt, dessen Impulsdauer t_1 beträgt. Er schwingt mit der Zeitdauer t_2 frei aus, bevor der nächste Burst folgt (FIG 3). Mit einer Strommeßschaltung wird der Strom durch die Endstufe proportional dem Strom durch den Ultraschallzerstäuber erfaßt und in eine Spannung umgesetzt -siehe FIG 1. Um Fehlmessungen, beispielsweise durch Einschwingvorgänge zu vermeiden, wird ein Teil t_3 des stromproportionalen Signals ausgeblendet und danach für kurze Zeit der Strom t_4 gemessen und dieser Wert in einem Meßwertspeicher abgelegt (FIG 1, FIG 3 und FIG 4).

In der Pause zwischen zwei Burstsignalen t_2 wird dieser Meßwert von Speicher I in Speicher II - (FIG 4) übergeben. Bei dem auf diese Pause folgenden Burst t_1 wird der dann vom Meßwertspeicher I neu aufgenommene Strommeßwert durch einen Vergleicher mit dem im Meßwertspeicher II abgelegten, vorhergehenden Strommeßwert verglichen (FIG 4).

Ist die Differenz der im Meßwertspeicher II und Meßwertspeicher I stehenden Strommeßwerte kleiner als der eingestellte untere Schwellwert, so wird die Frequenz um jeweils einen Schritt pro Burst erhöht. Dies kann der Fall sein bei der Inbetriebnahme der Schaltung, wenn die optimale Betriebsfrequenz gesucht wird.

Ist die Differenz der Strommeßwerte größer als der eingestellte obere Schwellwert, so wird die Frequenz um einen Schritt pro Burst erniedrigt.

Liegt die Differenz der Strommeßwerte innerhalb des Schwellwertbereiches, so wird die Frequenzsuchrichtung beibehalten, die beim vorhergehenden Burst maßgebend war.

Um Arbeitsfrequenzänderungen des Ultraschallschwingers in Richtung tieferer Frequenz, hervorgerufen durch Änderungen der Umgebungstemperatur bzw. durch Eigenerwärmung, schneller ausregeln zu können, wird nach einer bestimmten Zeitdauer t_5 die Arbeitsfrequenz der Elektronik zwangsweise um einen Schritt erniedrigt (FIG 4).

Die Erfindung ist durch die Abhängigkeit des Stromes durch die Endstufe (proportional dem Strom durch den Ultraschallschwinger) nach Aufbereitung durch die Elektronik in Abhängigkeit von der Frequenz veranschaulicht. FIG 2 zeigt besonders deutlich den erfindungsgemäßen Effekt,

wonach die Arbeitsfrequenz des Ultraschallzerstäubers sehr schnell gefunden werden kann und es keine Rolle spielt, ob dieser gedämpft (überfluteter Zerstäuberteller) oder frei schwingt. Die Suchrichtung geht dabei von tiefen zu hohen Frequenzen. Ferner geht der Übergang des Zerstäubers vom stark gedämpften (überfluteten) in den schwach bedämpften (zerstäubenden) Zustand verbunden mit einer Erhöhung der Arbeitsfrequenz des Ultraschallzerstäubers ebenfalls sehr schnell vonstatten. Ein weiterer Vorteil ist, daß nach dem Finden der optimalen Zerstäuberarbeitsfrequenz die Schaltung eng um den optimalen Arbeitspunkt pendelt. In den Bereichen "A" außerhalb der optimalen Arbeitspunkte wird durch entsprechende Schaltungsmaßnahmen ein konstanter Strommeßwert vorgegeben, damit die Schaltung schnell auf der Arbeitsfrequenz des Ultraschallzerstäubers einrasten kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich besonders zum Betrieb eines piezoelektrischen Ultraschallzerstäubers mit einer Piezokeramik und einem Amplituden transformator mit einem Zerstäuberteller (siehe FIG 5). Um eine Zerstörung des Ultraschallflüssigkeitszerstäubers durch Übertemperatur zu vermeiden, beispielsweise durch Trockenlaufen, ist es vorteilhaft auf die Keramik des Ultraschallzerstäubers einen temperaturabhängigen Widerstand aufzubringen (FIG 6). Falls z.B. durch Trockenlaufen eine unzulässig hohe Temperatur am Ultraschallzerstäuber entstehen würde, schaltet die Elektronik die Endstufe solange ab, bis der Ultraschallzerstäuber wieder auf zulässige Temperaturen abgekühlt ist.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeitende Ultraschallflüssigkeitszerstäuber sind besonders geeignet für die Zerstäubung von Kraftstoff, wie Dieselöl, Benzin, für Brenner, Motoren, Generatoren und Standheizungen, für Kosmetika, wie Haarspray, Deodorants und Parfüms, für Reinigungsmittel, Medikamente zu Inhalationszwecken, Lösungsmitteln und Wasser, beispielsweise in Luftbefeuchter, Kleinklimakammern, Klimaanlage und Terrarien sowie für den Einsatz in Anlagen zur Beschichtung, Befeuchtung und Klimatisierung. Das erfindungsgemäße Verfahren wird mit besonderem Vorteil eingesetzt zum Betrieb eines piezoelektrischen Ultraschallzerstäubers mit einer Piezokeramik und einem Amplitudentransformator mit einem Zerstäuberteller und Anregungselektronik.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung verwiesen. Es zeigen

FIG 1 ein Diagramm des Stromverlaufs nach der Aufbereitung durch die Elektronik.

FIG 2 ein Diagramm für die Abhängigkeit des Stromes durch die Endstufe.

FIG 3 die zeitliche Signalfolge in der Elektronik.

FIG 4 ein Blockschaltbild für die Elektronik.

FIG 5 einen Ultraschallflüssigkeitszerstäuber im Schnitt.

FIG 6 einen auf einen Ultraschallflüssigkeitszerstäuber im Schnitt mit aufgebrachtem temperaturabhängigen Widerstand.

In FIG 1 ist auf der Ordinate der durch den Strom verursachte Spannungsabfall aufgetragen, während auf der Abszisse die Zeit dargestellt ist. Während der Zeitdauer t_1 findet keine Messung statt. Gemessen wird während der Zeitdauer t_2 . Die Zeitdauer des Burstsignals ist t_3 .

In FIG 2 ist auf der Ordinate der Spannungsabfall an einem Widerstand, verursacht durch den Strom durch die Endstufe dargestellt, während auf der Abszisse die Frequenz aufgetragen ist, wobei f_1 die Frequenz bzw. der Arbeitspunkt des mit Flüssigkeit überfluteten bzw. bedämpften Flüssigkeitszerstäubers ist, während f_2 der Arbeitspunkt bzw. die Frequenz des unbedämpften Flüssigkeitszerstäubers ist. Der Bereich A stellt den nicht für die Zerstäubung nutzbaren Frequenzbereich dar.

In FIG 3 ist die genaue Schaltungsbeschreibung aufgetragen, wobei a die Zeitdauer t_1 für die Einschaltzeit und t_2 die Zeitdauer für die Ausschaltzeit des Burstimpulses darstellen. In b ist die Verzögerungszeitdauer t_3 , während der nicht gemessen wird, eingezeichnet. c stellt die im Anschluß nach t_3 folgende Strommeßzeit t_4 dar. In d und e ist die Übernahme des Meßwertes des Stromes vom Meßwertspeicher I nach dem Meßwertspeicher II dargestellt. Die Zeit t_5 der Zählimpulse folgt im Anschluß an das Burstsignal. Nach Abschluß von t_5 erfolgt die Meßwertübernahme vom Meßwertspeicher I nach Meßwertspeicher II innerhalb der Zeit t_6 .

In FIG 4 ist ein Blockschaltbild einer Anregungselektronik gemäß der Erfindung dargestellt. In diesem sind mit 1 die Spannungsversorgung, mit 12 ein Ein-Aus-Schalter, mit 13 die Burst- und Frequenzerzeugung, mit 14 die Vorstufe, mit 15 die Endstufe, mit 16 der Übertrager, mit 3 der Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber, mit 2 ein temperaturabhängiger Widerstand, mit 17 die Stromversorgung, mit 18 und 19 die Meßwertspule I und II, mit 20 der Meßwertvergleich und mit 22 die Frequenzsteuerung dargestellt. Es ist zu erkennen, daß der Ultraschallflüssigkeitszerstäuber 3 über eine Vor- und Endstufe mit einem Burst angeregt wird, dessen Burstfrequenz nach dem erfindungsgemäßen Verfahren regelbar ist. Die Regelung findet über eine Strommessung zu verschiedenen Zeitpunkten und einem Vergleich von verschiedenen Strömen statt.

Zum Schutz des Zerstäuberkegels für Übertemperaturen ist ein temperaturabhängiger Widerstand 2 auf dem Ultraschallzerstäuber 3 ange-

bracht. Durch den temperaturabhängigen Widerstand 2 wird bei unzulässigen Temperaturen die Elektronik abgeschaltet.

In FIG 5 ist der Ultraschallflüssigkeitszerstäuber mit einer Piezokeramik 4, dem angekoppelten Amplitudentransformator 5 und dem Zerstäuberteller 6 dargestellt. Das im Zerstäuberkegel integrierte Röhrchen 7 dient zur Flüssigkeitszufuhr. 8 ist die Anregungselektronik.

FIG 6 zeigt einen auf eine Piezokeramik 9 aufgetragenen temperaturabhängigen Widerstand 10. 11 ist die Anregungselektronik.

Ansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Ultraschallschwingers zur Flüssigkeitszerstäubung mit automatischem Frequenzabgleich bei zeitlich getakteter elektrischer Leistung, **dadurch gekennzeichnet**, daß für den automatischen Frequenzabgleich eine Strommessung während der Zeitdauer des Burstimpulses t , nach einer Verzögerungszeit t_z für eine Zeitspanne t_s vorgenommen wird und die Summe aus der Verzögerungszeit t_z und der Zeitspanne t_s nicht größer als die Zeitdauer des Burstimpulses t , ist und daß der Bereich des automatischen Frequenzabgleichs so begrenzt ist, daß die Schaltung innerhalb des für die Zerstäubung nutzbaren Frequenzbandes einrastet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der automatische Frequenzabgleich des Ultraschallzerstäubers von der tieferen zur höheren und/oder von der höheren zur tieferen Frequenz durchgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Übernahme des Wertes während der Strommessung während einer Zeitspanne t_s zwischen zwei aufeinanderfolgenden Burstsignalen erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Vergleich der beiden Messungen der Stromwerte eine Schwellwert-schaltung verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stromschwellwert der Schwellwert-schaltung kleiner ist als die Stromdifferenz, die zwischen einem bedämpften und einem unbedämpft schwingenden Zerstäuber auftritt.

6. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schwellwert für die Strommeßwerte kleiner ist als der Differenzwert der innerhalb der Frequenzbereichsgrenzen auftritt.

7. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein bestimmter Arbeitsfrequenzbereich vorgegeben wird und keine meßbare Stromdifferenz außerhalb des Bereiches auftritt.

8. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß nach einer Zeit t_s die Schaltung einen Schritt entgegen der Suchrichtung läuft, ohne die Suchrichtung zu beeinflussen.

9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Ultraschallzerstäuber mit einem temperaturabhängigen Widerstand versehen wird.

10. Anwendung des Verfahrens nach den vorangegangenen Ansprüchen zum Betrieb eines piezoelektrischen Ultraschallzerstäubers mit einer Piezokeramik (4) und einem Amplitudentransformator (5) mit einem Zerstäuberteller (6) und Anregungselektronik (8).

11. Piezoelektrischer Ultraschall-Flüssigkeitszerstäuber nach Anspruch 10 mit einem temperaturabhängigen Widerstand (10) auf der Piezokeramik (9) und einer Anregungselektronik - (11).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

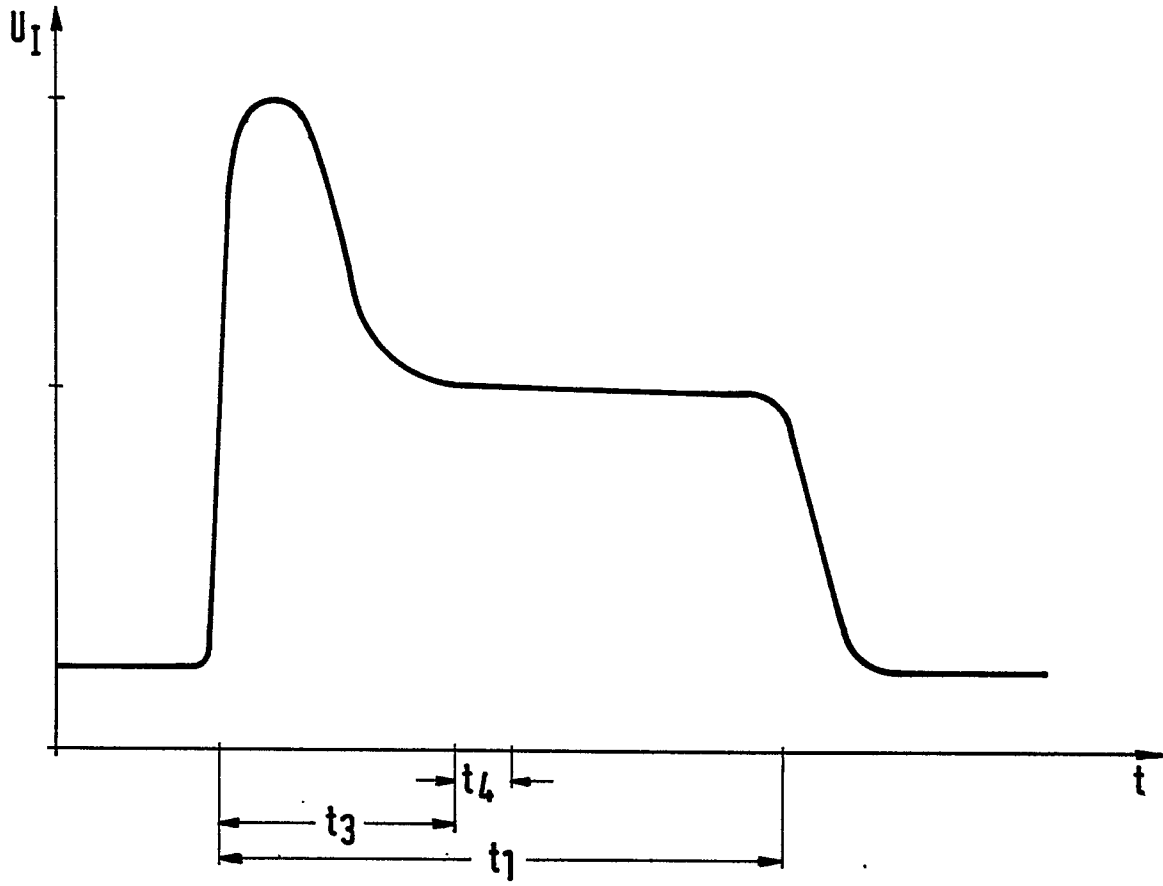


FIG 1

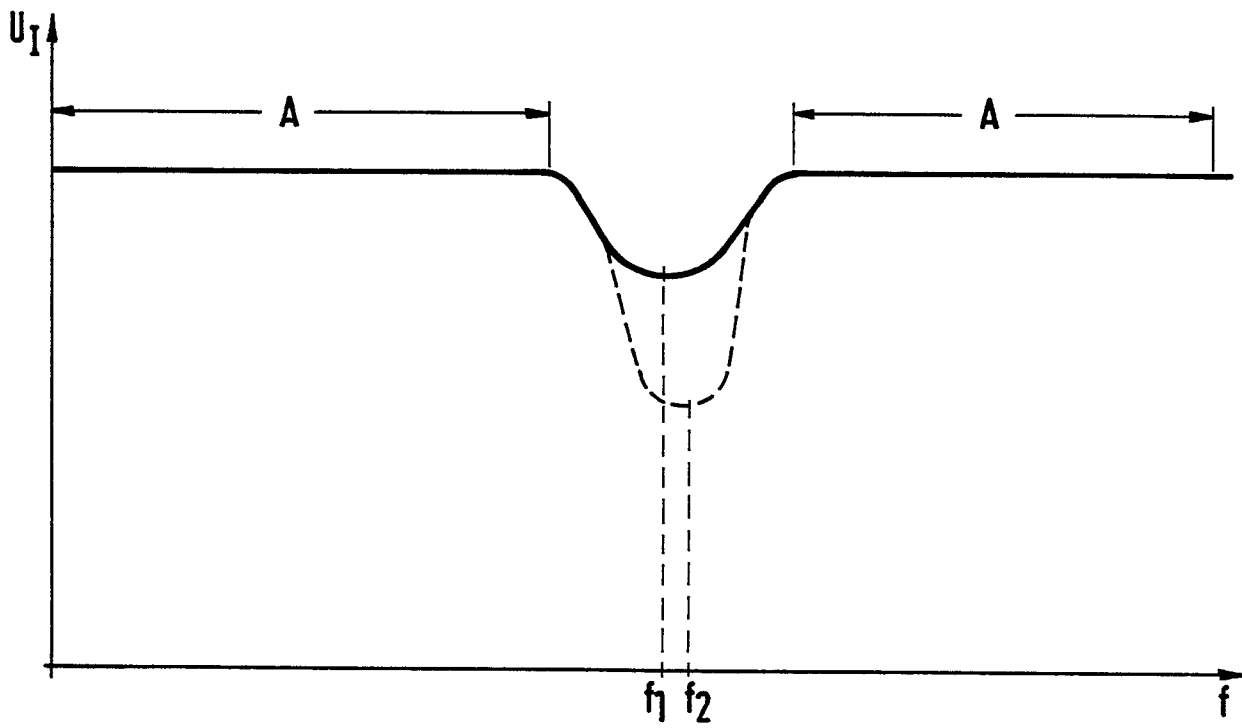


FIG 2

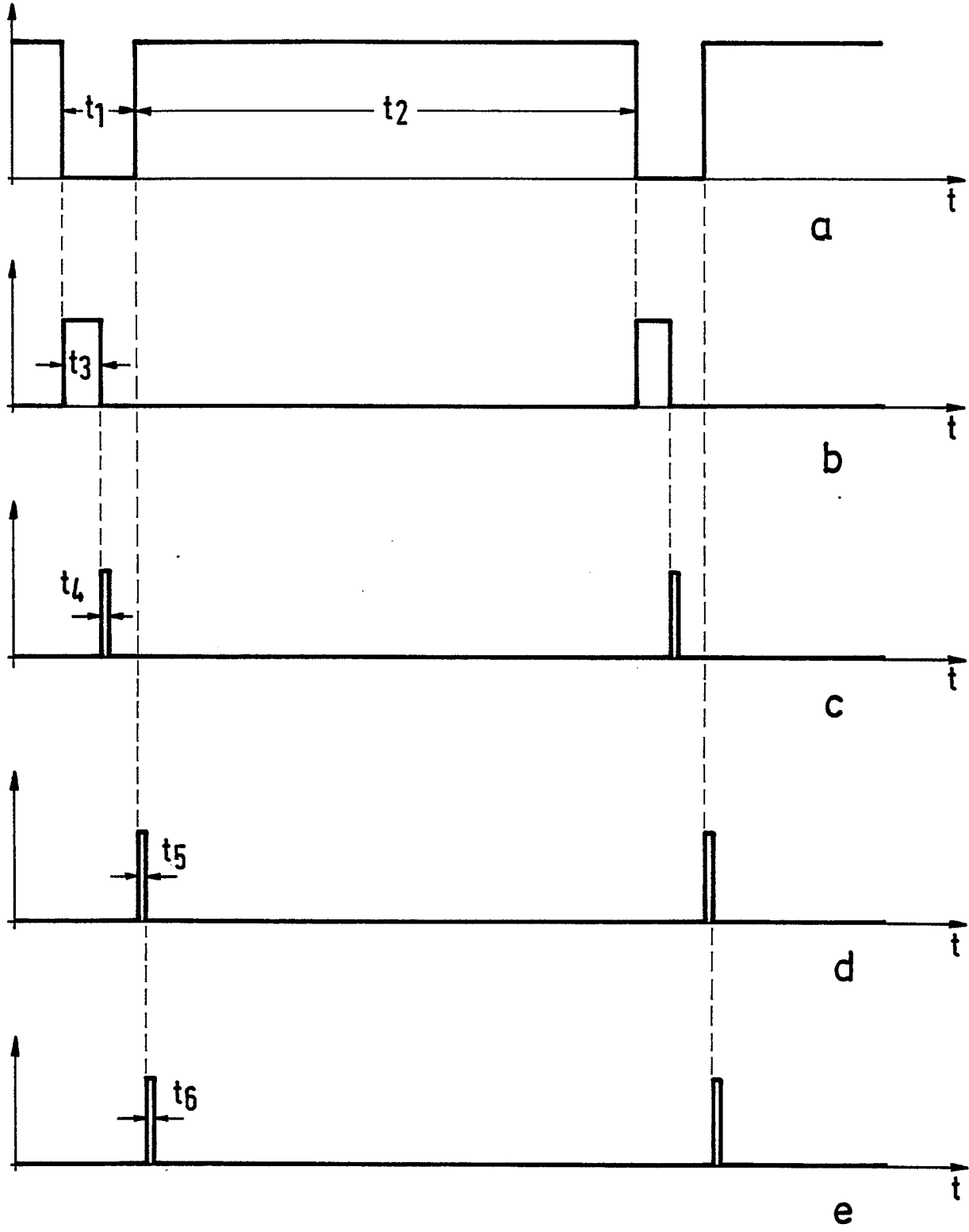


FIG 3

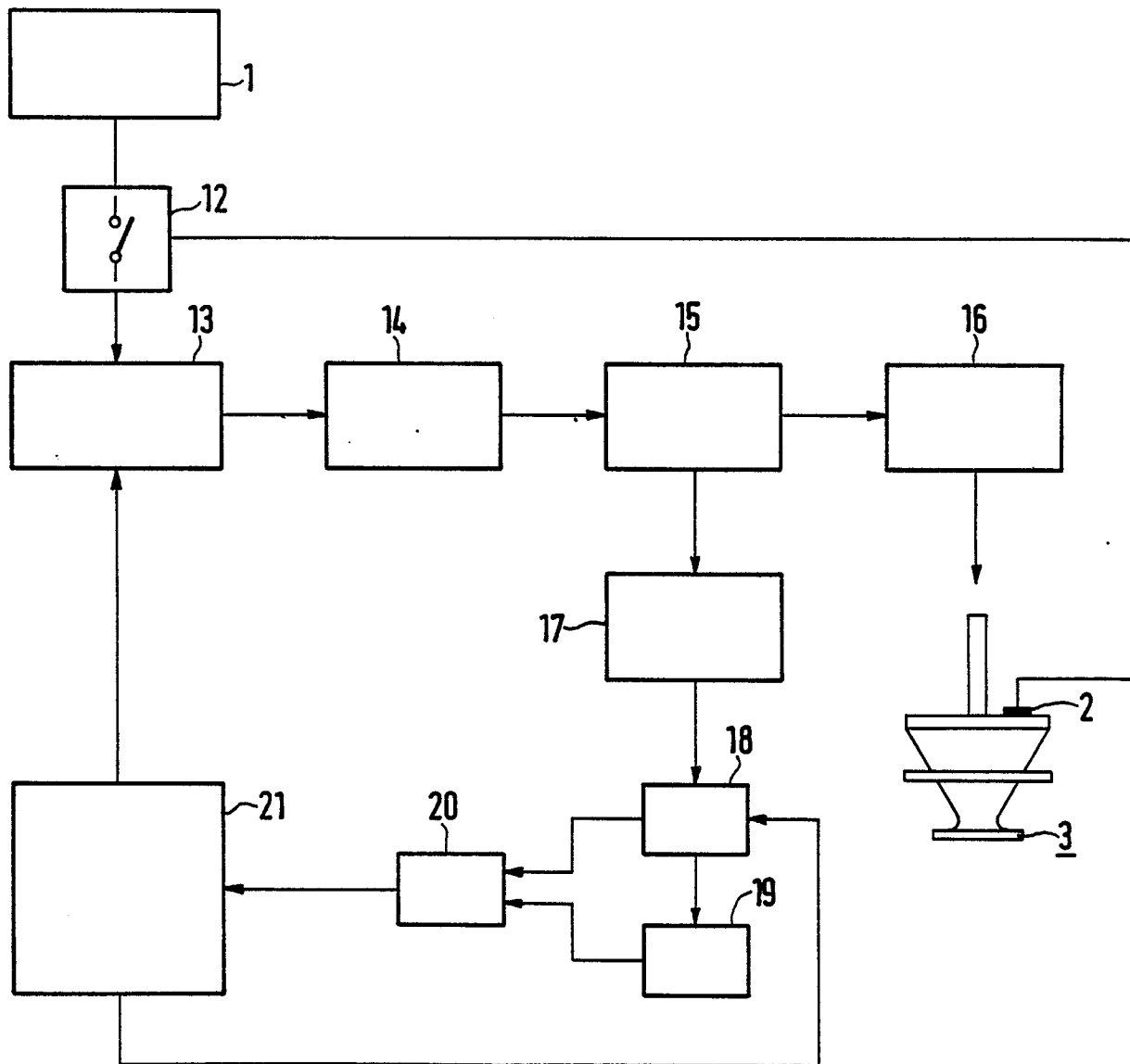


FIG 4

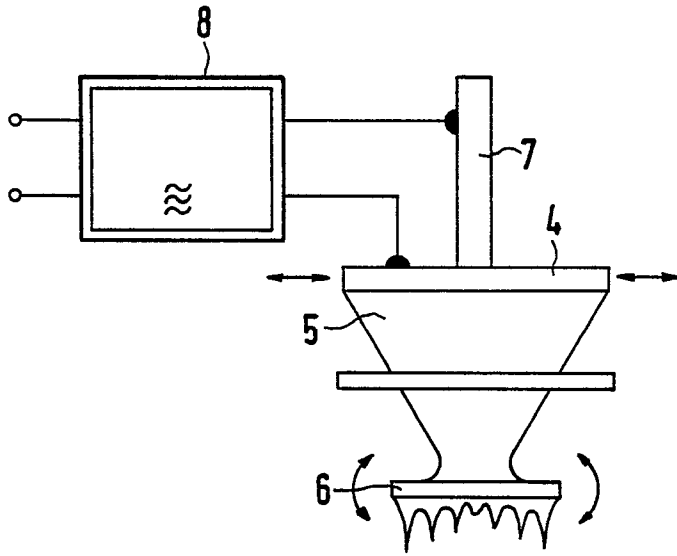


FIG 5

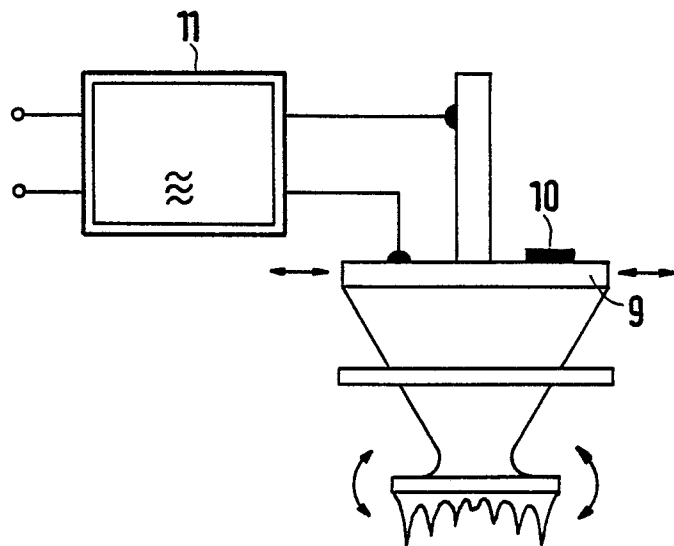


FIG 6



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	FR-A-2 421 513 (P.L.F. GABORIAUD) * Seite 1, Zeile 18 - Seite 2, Zeile 16; Figuren 1,2 *	1,3,10	B 06 B 1/06 B 05 B 12/00
A	US-A-4 275 363 (S. MISHIRO et al.) * Spalte 2, Zeile 35 - Spalte 3, Zeile 28; Spalte 3, Zeilen 55-65; Patentansprüche 3-5; Figuren 1,3 *	2,4,7	
A	DE-B-1 240 316 (AEROPROJECTS INC.) * Patentansprüche 1,2 *	9	
D,A	EP-A-0 123 277 (SIEMENS)		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
A	US-A-3 842 340 (R.L. BRANDQUIST)		B 06 B H 03 L B 41 L B 05 B
P,A	US-A-4 578 650 (W.S. WATSON) * Zusammenfassung; Figur 1 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 08-01-1987	Prüfer HAASBROEK J.N.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			